

CUSTOMER NO. 27123

Docket No. 1232-5249

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Hideki INA

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/725,120

Examiner: TBA

Filed: January 5, 2004

For: EXPOSURE APPARATUS AND METHOD

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan

In the name of: Canon Kabushiki Kaisha

Serial No(s): 2003-000112

Filing Date(s): January 6, 2003

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. _____, filed _____.

Dated: February 11, 2004

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

By:

Joseph A. Calvaruso
Joseph A. Calvaruso
Registration No. 28,287

Correspondence Address:
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile



Docket No. 1232-5249

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Hideki INA

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/725,120

Examiner: TBA

Filed: January 5, 2004

For: EXPOSURE APPARATUS AND METHOD

CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))

Mail Stop
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

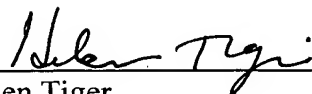
1. Claim to Convention Priority w/ document
2. Certificate of Mailing
3. Return postcard receipt

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: February 12, 2004

By:


Helen Tiger

Correspondence Address:

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

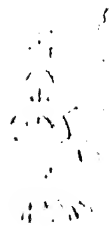
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 6 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 0 0 1 1 2
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 0 0 1 1 2]

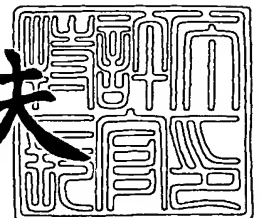
出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):



2 0 0 4 年 1 月 1 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 251189

【提出日】 平成15年 1月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00
G03F 7/20

【発明の名称】 露光方法及び装置

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 稲 秀樹

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100110412

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤元 亮輔

【電話番号】 03-3523-1227

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062488

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010562

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所望のパターンを被処理体の複数の部分に露光する方法において、

前記複数の部分に関する第 1 の平面情報を夫々取得するステップと、

前記第 1 の平面情報のうちで所定の条件を満足する平面情報を有する部分を前記複数の部分の中で特定するステップと、

前記特定ステップで特定された前記部分に関する、前記第 1 の平面情報よりも詳細な第 2 の平面情報を取得するステップと、

前記第 2 の平面情報に基づいて、特定された前記部分を露光するステップとを有することを特徴とする露光方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般には、露光方法及び装置に係り、特に、半導体ウェハ用の単結晶基板、液晶ディスプレイ（LCD）用のガラス基板などの被処理体を投影露光する露光方法及び装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

フォトリソグラフィー（焼き付け）技術を用いてデバイス（例えば、半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド）を製造する際に、マスク又はレチクル（奔出願ではこれらの用語を交換可能に使用する）に描画された回路パターンを投影光学系によってウェハ等に投影して回路パターンを転写する投影露光装置が従来から使用されている。

【 0 0 0 3 】

投影露光装置においては、集積回路の微細化及び高密度化に伴い、より高い解像力でレチクルの回路パターンをウェハに投影露光することが要求されている。投影露光装置で転写できる最小の寸法（解像度）は、露光に用いる光の波長に比

例し、投影光学系の開口数 (NA) に反比例する。従って、波長を短くすればするほど解像度はよくなる。このため、近年の光源は、超高圧水銀ランプ (g 線 (波長約 436 nm))、i 線 (波長約 365 nm) から波長の短い KrF エキシマレーザー (波長約 248 nm) や ArF エキシマレーザー (波長約 193 nm) になり、F₂ レーザー (波長約 157 nm) の実用化も進んでいる。更に、露光領域の一層の拡大も要求されている。

【0004】

これらの要求を達成するために、略正形状の露光領域をウェハに縮小して一括投影露光するステップ・アンド・リピート方式の露光装置 (「ステッパー」とも呼ばれる) から、露光領域を矩形のスリット形状としてレチクルとウェハを相対的に高速走査し大画面を精度よく露光するステップ・アンド・スキャン方式の露光装置 (「スキャナー」とも呼ばれる) が主流になりつつある。

【0005】

スキャナーでは、露光中において、ウェハの所定の位置が露光スリット領域に差し掛かる前に、光斜入射系の表面位置検出手段によってそのウェハの所定の位置における表面位置を計測し、その所定の位置を露光する際にウェハ表面を最適な露光像面位置に合わせ込む補正を行ってウェハの平面性の影響を低減することができる。特に、露光スリットの長手方向 (即ち、走査方向と直交する方向) には、ウェハの表面位置の高さ (フォーカス) だけではなく表面の傾き (チルト) を計測するために、露光スリット領域の前段及び後段に複数点の計測点を有している。なお、一般に、露光走査は前段からと後段からの両方向から行われる。従って、露光をする前にウェハのフォーカス及びチルトを計測可能とするために露光スリット領域の前段及び後段に計測点を配置する (例えば、特許文献 1 参照)。

【0006】

さらに、スキャナーにおけるウェハの表面位置計測と補正方法として、露光領域外の先読み領域に複数点の計測点を配置させ、フォーカス及び走査方向と非走査方向のチルトを計測する提案がされている (例えば、特許文献 2 参照。)。また、露光領域内に複数の計測点を配置させ、フォーカス及び走査方向と非走査方

向の傾き情報を計測し補正駆動する提案がされている（例えば、特許文献3参照。）。

【0007】

かかる提案について、図18及び図19を参照して説明する。図18は、ウェハ1000上のフォーカス及びチルトの計測位置FP1乃至FP3を示す概略断面図である。図19は、計測結果により最適な露光像面位置にウェハ1000を駆動させた状態を示す概略断面図である。図18を参照するに、ウェハ1000のフォーカス及びチルトの計測を計測位置FP1乃至FP3の位置で順次行う。計測位置FP1乃至FP3の計測から先読み平面PMPを求め、図19に示すように、露光位置（即ち、露光スリット）2000にウェハ1000を移動する際に最良結像面BFPに一致するようにウェハ1000の姿勢を駆動して露光を行う。

【0008】

【特許文献1】

特開平9-45609号公報

【特許文献2】

特開平6-260391号公報

【特許文献3】

特開平6-283403号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、近年では露光光の短波長化及び投影光学系の高NA化が進み、焦点深度が極めて小さくなり、露光すべきウェハ表面を最良結像面に合わせ込む精度、いわゆるフォーカス精度もますます厳しくなっている。

【0010】

特に、走査方向（露光スリットの短手方向）のウェハ表面の傾きも厳密に測定し、精度良く補正する必要が生じて来ている。表面形状の平面度が悪いウェハにおいては、露光領域のフォーカス検出精度が特に問題となる。例えば、露光装置の焦点深度が $0.4\mu\text{m}$ の場合、ウェハの平面度は、焦点深度の $1/5$ とすれば

0.08 μm 、焦点深度の1/10とすれば0.04 μm というように数十nmオーダーの制御が必要である。かかる問題は、露光スリットに差し掛かる前にウェハ表面位置を光斜入射系の表面位置検出手段で計測する、そのタイミングに間隔がある事が原因であり、その間のウェハ平面に関しては情報が無く、考慮することができないことによるものである。

【0011】

例えば、この計測のタイミングとしては、図20に示すように、走査方向に対してウェハ1000上に2mmの間隔で順次行うとする。すると、この2mmの間の情報、例えば、図20のポイントP1乃至P3では、ウェハ1000の平面度が悪いため、2mm間隔の計測から求めた先読み平面PMPから、表面位置が Δ ずれている場合が発生する。ここで、図20は、先読み平面PMPとウェハ1000の平面のずれを示す概略断面図である。

【0012】

露光では、先読み平面PMPを最良結像面BFPに一致させて露光するので、図20では、ずれ量 Δ だけデフォーカスして露光することが発生する。かかるデフォーカスは、この例のような走査方向だけでなく、走査方向と直交する方向でも同じように発生する。この原因は、計測のタイミングではなく、上述した光斜入射系の計測点の配置数によるものである。

【0013】

走査方向の計測タイミングを細かく、例えば、0.5mm間隔とすることや、光斜入射系の計測点数を多くすることでずれ量の誤差を小さくすることはできるが、露光時の走査速度の低下や計測時間の増大によるスループットの低下、装置構成の複雑化に伴うコスト増大、トラブル発生の可能性の増大など、別の問題を発生させる恐れがある。

【0014】

そこで、本発明は、スループットの低下を招くことなく、ウェハ表面に対して優れたフォーカス補正を行うことができる露光方法及び装置を提供することを例示的目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての露光方法は、所望のパターンを被処理体の複数の部分（ショット）に露光する方法において、前記複数の部分（ショット）に関する第1の平面情報を夫々取得するステップと、前記第1の平面情報のうちで所定の条件を満足する平面情報を有する部分を前記複数の部分（ショット）の中で特定するステップと、前記特定ステップで特定された前記部分（ショット）に関する、前記第1の平面情報よりも詳細な第2の平面情報を取得するステップと、前記第2の平面情報に基づいて、特定された前記部分（ショット）を露光するステップとを有することを特徴とする。

【0016】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下添付図面を参照して説明される好ましい実施例によって明らかにされるであろう。

【0017】**【発明の実施の形態】**

本発明者は、ウェハの平面度（特に、露光装置のウェハチャックに支持された状態での、計測点間（例えば、2 mm間隔）の平面度）に関して、半導体プロセスを経て行く上では変化が発生しない場合があることを発見した。即ち、半導体製造プロセスを行う前の最初のウェハ（レジストも塗布されておらず、パターンも形成されていないウェハ）の平面度と、プロセスを経た段階、例えば、酸化膜の成膜やメタルのプロセスを経たウェハの平面度とは同じである。

【0018】

ウェハ全体に熱が掛かる工程を経た後では全体に収縮が起きたり、裏面と温度差が生じたりして形状全体が凹凸形状になる場合があるが、露光装置のウェハチャックに支持されて平面矯正された後のウェハ平面は、凹凸形状が無いものとなる。このような状態で問題となるのは、半導体製造プロセスを行う前のウェハの時から存在する、例えば、2 mm間という微小間隔内での平面度である。

【0019】

CVD (Chemical Vapor Deposition) の成膜時には、ウェハの裏面にも成膜されるために膜ムラに起因して平面度が劣化するが、

最新のプロセスにおいてはウェハの裏面をエッチングする工程が導入されており、裏面の平面度の劣化がプロセスを経ることで発生することはない。

【0020】

以下、添付図面を参照して本発明の一側面としての露光方法及び装置について説明する。なお、各図において同一の部材については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。ここで、図1は、本発明の一側面としての露光方法100を説明するためのフローチャートである。

【0021】

露光方法100は、所望のパターンをウェハ上の複数のショット（部分）に投影露光する露光方法である。なお、所望のパターンは複数の露光工程を経てウェハ上の1ショット領域に形成され、図1では、ウェハ一枚の半導体プロセスの最初から最後の工程までのリソグラフィーにおける露光の流れを示している。

【0022】

まず、1枚のウェハが半導体プロセスに投入され、露光のために露光装置に搬入されると、複数のショットに対して複数回の露光（露光工程）が終了したかどうか判断する（ステップ102）。複数のショットに対して複数回の露光工程の露光が終了した場合は、ウェハ上の複数のショットに所望のパターンが形成されており、露光を終了する。複数のショットに対して複数回の露光（露光工程）が終了していないと判断した場合、次に、かかる露光が各ショットに対する最初の露光（即ち、第1露光工程）であるかどうか判断する（ステップ104）。かかる露光が、第1露光工程でない場合は後述するステップ116に進み、第1露光工程である場合は、更に、ウェハ上の複数のショットの全てに第1露光工程が行われたかどうか判断する（ステップ106）。ウェハ上の複数のショットの全てに第1露光工程が行われていないと判断した場合、第1露光工程の露光が行われていないショットに対して、所定の計測点でフォーカス及びチルト計測して平面情報を取得すると共に第1露光工程の露光を行う（ステップ108）。フォーカス及びチルトの計測は、従来と同様に、ショット上の飛び飛び（例えば、2mm間隔）に配置された計測点に光を斜め方向から照射し、計測点からの反射光をセンサーにて検出することで行う。また、計測したフォーカス及びチルトからショ

ットの平面情報を取得し、かかる情報を基にして、ウェハのフォーカス及びチルトの駆動を行いながら露光する。なお、図1に示すフローチャートでは、各ショットにおけるフォーカス及びチルト計測、露光は1回のみの記載となっているが、実際の露光は、ウェハ及びレチクルを走査して、フォーカス及びチルトは露光前に計測して、フォーカス及びチルト計測と露光とを複数回繰り返して行う。

【0023】

次に、ステップ108で取得した平面情報が、予め設定された平面情報よりも悪い平面情報を有するショットを特定する（ステップ110）。ステップ108で取得した平面情報が予め設定された平面情報よりも悪くなければ次のショットを露光するためにステップ106に戻り、予め設定された平面情報よりも悪い平面情報を有するショットの場合は特定ショットとして登録した（ステップ112）後、次のショットを露光するためにステップ106に戻る。

【0024】

即ち、閾値を、例えば、 $0.1\mu\text{m}$ として予め設定し、ショット上の飛び飛びの計測点（例えば、 2mm 間隔）で計測された計測値のうち、連続した計測値の差分が事前に設定した閾値より大きな値の場合には、かかるショットは平面情報の悪い特定ショットとして特定する。

【0025】

次のショットへ移動しても同様に、所定の計測点でフォーカス及びチルト計測して平面情報を取得すると共に露光を行い（ステップ108）、予め設定された平面情報よりも悪い平面情報を有するショットの特定（ステップ110）及び特定ショットの登録（ステップ112）を繰り返して全てのショットについて露光を行う。

【0026】

ウェハ上の複数のショットの全てに第1露光工程の露光が行われると（ステップ106）、ステップ112において特定された特定ショットのみに対して、所定の計測点より多い計測点でフォーカス及びチルトを計測して詳細な平面情報を取得する（ステップ114）。即ち、特定ショットにおいて、ステップ108で計測した計測点よりも多い計測点（例えば、ステップ108の計測点が 2mm 間

隔なら、0.5 mm 間隔にする) でフォーカス及びチルトを計測し、ステップ 108 で取得した平面情報よりも詳細な平面情報を取得する。

【0027】

ここで、図 2 乃至図 7 を参照して、詳細な平面情報を取得する方法の一例を説明する。図 2 乃至図 4 は、特定ショットの走査方向における詳細な平面情報を取得するための計測の一例を示すウェハの概略断面図、図 5 乃至図 7 は、特定ショットの走査方向に直交する方向における詳細な平面情報を取得するための計測の一例を示すウェハの概略平面図である。

【0028】

図 2 乃至図 4 において、ウェハ 300 上の F P 1、F P 2 及び F P 3 の飛び飛びの点がフォーカス及びチルトを計測する計測点である。数値例としてあげれば、F P 1 と F P 2 の間の距離、F P 2 と F P 3 の間の距離は 2 mm である。

【0029】

図 2 を参照するに、ウェハ 300 をフォーカス方向 (Z 方向) へ変化させないように走査方向へ微小量 $\Delta 1$ (例えば、0.5 mm) だけ駆動させ、計測点 F P 1 と計測点 F P 2 の間の詳細計測点 D F P 1 のフォーカス及びチルトを、例えば、後述する検出系 260 によって計測する。次に、ウェハ 300 をフォーカス方向 (Z 方向) へ変化させないように走査方向へ微小量 $\Delta 2$ (例えば、0.5 mm) だけ駆動させ、図 3 に示すように、詳細計測点 D F P 1 とは異なる計測点 F P 1 と計測点 F P 2 の間の詳細計測点 D F P 2 のフォーカス及びチルトを検出系 260 によって計測する。同様に、ウェハ 300 をフォーカス方向 (Z 方向) へ変化させないように更に走査方向へ微小量 $\Delta 3$ (例えば、0.5 mm) だけ駆動させ、図 4 に示すように、詳細計測点 D F P 1 及び D F P 2 とは異なる計測点 F P 1 と計測点 F P 2 の間の詳細計測点 D F P 3 のフォーカス及びチルトを検出系 260 によって計測する。これにより、計測点 F P 1 と計測点 F P 2 の間の詳細計測点 D F P 1、D F P 2 及び D F P 3 (即ち、0.5 mm 間隔) のフォーカス及びチルトを入手することができ、計測点 F P 1 及び F P 2 に加えて詳細計測点 D F P 1、D F P 2 及び D F P 3 のフォーカス及びチルトから平面情報を取得することができる。このように、ウェハ 300 を走査方向に微小に駆動することを繰

り返して、特定ショットの走査方向における詳細な平面情報を取得することができ、駆動する微小量によって必要な詳細な平面情報を調整することができる。

【0030】

図5において、ウェハ300上の露光領域500の前段及び後段510及び520に配置されたFP1a、FP1b及びFP1cの飛び飛びの点がフォーカス及びチルトを計測する計測点であり、かかる計測点FP1a、FP1b及びFP1cのフォーカス及びチルトを検出系260によって計測する。

【0031】

次に、ウェハ300をフォーカス方向（Z方向）へ変化させないように走査方向と直交する方向へ微小量 $\Delta 4$ だけ駆動させ、図6に示すように、詳細計測点DFP1a、DFP1b及びDFP3cのフォーカス及びチルトを検出系260によって計測する。更に、ウェハ300をフォーカス方向（Z方向）へ変化させないように走査方向と直交する方向へ微小量 $\Delta 5$ だけ駆動させ、図7に示すように、詳細計測点DFP2a、DFP2b及びDFP2cのフォーカス及びチルトを検出系260によって計測する。これにより、計測点FP1aと計測点FP1bの間及び計測点FP1bと計測点FP1cの間の詳細計測点DFP1b、DFP2b及び詳細計測点DFP1c及びDFP2cのフォーカス及びチルトを入手することができ、計測点FP1a乃至FP1cに加えて詳細計測点DFP1b、DFP2b、DFP1c及びDFP2cのフォーカス及びチルトから詳細な平面情報を取得することができる。このように、ウェハ300を走査方向に直交する方向に微小に駆動することを繰り返して、詳細な平面情報を取得することができ、駆動する微小量によって必要な詳細な平面情報を調整することができる。

【0032】

取得した特定ショットの詳細な平面情報は、第2露光工程の露光に使用できるように、データベースとして記憶装置などに格納しておく。特定ショットの詳細な平面情報を取得し終えたら、ステップ102及びステップ104に戻り、第2露光工程以降の工程を行う。即ち、第2露光工程以降も第1露光工程と同様に、ウェハ上の複数のショットの全てに露光が行われたかどうか判断する（ステップ116）。ウェハ上の複数のショットの全てに露光が行われていないと判断した

場合、露光を行うショットが特定ショットかどうか判断する（ステップ 1 1 8）。特定ショットでない場合は、ステップ 1 0 8 の平面情報に基づいてウェハのフォーカス及びチルトの駆動を行いながら露光する。（ステップ 1 2 0）。一方、特定ショットの場合は、ステップ 1 1 4 で取得した詳細な平面情報に基づいてウェハのフォーカス及びチルトの駆動を行いながら露光する。（ステップ 1 2 2）。

【0 0 3 3】

ここで、ステップ 1 1 4 で取得した詳細な平面情報に基づいたウェハのフォーカス及びチルトの駆動について説明する。図 2 及び図 3 において、詳細な平面情報の取得のための計測を、詳細計測点 D F P 1 及び D F P 2 で行ったが、詳細計測点 D F P 1 と詳細計測点 D F P 2 との間隔（サンプリングピッチ）を 0. 5 m m とすれば、ウェハが露光スリットに移動したとき、例えば 0. 5 m m ずつ走査露光することで、フォーカス及びチルトの駆動を行い、各詳細計測点とフォーカス及びチルトを制御する目標値との差分が最小となるようにウェハ面のフォーカス及びチルトを駆動させればよい。

【0 0 3 4】

サンプリングピッチは、使用するウェハについて、例えば、干渉計などで平面の変化の度合いがどの程度であるかを事前に計測し、かかる計測結果に基づいて設定する。これにより、必要以上に詳細なサンプリングピッチで計測することから防止することができる。

【0 0 3 5】

また、最初数枚のウェハは、微小間隔、例えば、0. 1 m m で計測し、かかる計測結果からウェハの平面性のバラツキの傾向を判断し、最初数枚のウェハ以降は、平面性のバラツキ傾向からサンプリングピッチを設定してもよい。ウェハの平面情報をフーリエ変換し、空間周波数の頻度がある閾値以上の周波数となるようなサンプリングピッチとする判断でもよい。

【0 0 3 6】

以上のように、あるショットの露光を終了すると、次のショットに移動して、同様に、ステップ 1 2 0 又はステップ 1 2 2 を繰り返して行い、ウェハ上の複数の

ショットの全ての露光を行い、1枚のウェハにとって全露光工程の露光を行うことで半導体製造における露光の工程を全て終了する。

【0037】

本実施形態では、あくまで、最初の飛び飛びの計測点でのフォーカス及びチルト計測の計測結果の変化が大きい場合には、計測点間の平面性も悪いとの判断で、かかる計測点間の平面情報を詳細に計測するものであり、最初のフォーカス及びチルト計測の計測結果の変化が小さい場合には、計測点間の平面性もよいと判断し、平面情報を詳細に計測していない。従って、平面性の悪いショットのみのフォーカ及びチルトを計測するため、平面性の悪いショットにおける計測のサンプリング誤差を低減して優れたフォーカス補正を行うことができると共に、スループットの低下の発生を防ぐことができる。

【0038】

図1では、1枚のウェハについてフォーカス計測及び露光に関して記載したものであるが、複数のウェハの場合には、各ウェハを認識して図1と同様に行えばよいので説明は省略する。

【0039】

なお、本実施形態では、最初の露光工程では、ウェハの平面性に関するサンプリング誤差に対しての対応を行うことはできない。それは、これまで説明してきたように、最初の露光工程では先に露光を行い、その後に露光時のフォーカス及びチルトを計測して、平面情報の悪い特定ショットを特定し、特定ショットのみ詳細な平面情報を取得しているからである。しかしながら、半導体プロセスにおいては、最初の露光工程は、Well等の比較的ラフな線幅の露光工程であり、サンプリング誤差を気にしてフォーカスマージンを少しでも稼ぎたいクリITICALな露光工程ではないので問題は発生しない。むしろ、本発明では、最初の工程はクリITICALな工程ではないことを利用して、露光を行った後に今後の工程で問題となりうるショットを露光時のフォーカス及びチルト計測から判断し、詳細な計測を行うという最低限のスループットの低下で優れたフォーカス補正を達成するものである。

【0040】

以下、図 8 乃至図 14 を参照して、本発明の一側面である露光装置 200 について説明する。図 8 は、本発明の一側面である露光装置 200 の例示的一形態を示す概略構成図である。露光装置 200 は、上述した露光方法 100 を行うことができる露光モードを有し、例えば、ステップ・アンド・リピート方式やステップ・アンド・スキャン方式でレチクル 230 に形成されたパターンをウェハ 300 に露光する投影露光装置である。かかる露光装置は、サブミクロンやクォーターミクロン以下のリソグラフィ技術に好適であり、以下、本実施形態ではステップ・アンド・スキャン方式の露光装置（スキャナー）を例に説明する。

【0041】

図 8 を参照するに、エキシマレーザーなどの光源 210 から射出された光は、露光に最適な所定の形状の露光光束に整形される照明光学系 220 を経て、レチクル 230 に形成されたパターンを照明する。レチクル 230 のパターンは露光すべき IC 回路パターンを含み、かかるパターンから射出された光は投影光学系 240 を通過して結像面に相当するウェハ 300 面近傍に像を形成する。

【0042】

レチクル 230 は、投影光学系 240 の光軸に直交する平面内及びかかる光軸方向に移動可能な構成となっているレチクルステージ 235 上に載置されている。

【0043】

ウェハ 300 は、レジストを塗布する図示しないコーターから搬入され、投影光学系 240 の光軸に直交する平面内及びかかる光軸方向に移動可能でチルト補正可能な構成となっているウェハステージ 250 上に載置されている。

【0044】

レチクルステージ 235 とウェハステージ 250 を露光倍率の比率の速度で相対的に走査させることでレチクル 230 のショット領域の露光を行う。ワンショット露光が終了した後は、ウェハステージ 250 は次のショットへステップ移動し、先ほどとは逆方向に走査露光を行い次のショットが露光される。これを繰り返すことでウェハ 300 全域についてショット露光する。

【0045】

制御部 270 は、各種ニットの制御ばかりではなく、後述する検出系 260 が計測したウェハ 300 のフォーカス及びチルトから平面情報を算出し、各ショットと平面情報を関連付けしたデータベースとして記憶部 280 に格納する。

【0046】

記憶部 280 は、制御部 270 に接続され、制御部 270 がウェハステージ 250 を制御するのに必要な各ショットの平面情報を格納している。記憶部 280 は、制御部 270 が算出したウェハ 300 の各ショットにおける平面情報をデータベースとして格納して、かかるショットを露光するたびに対応するデータベースを制御部 270 は参照することができる。

【0047】

制御部 270 によって、ワンショット内の走査露光中には、フォーカス及びチルトを計測する検出系 260 によりウェハ 300 の表面の面位置情報を取得し、露光像面からのずれ量を算出し、フォーカス（高さ）及びチルト（傾き）方向へウェハステージ 250 を駆動させ、ほぼ露光スリット単位でウェハ 300 表面の高さ方向の形状に合わせ込む動作が行われている。

【0048】

検出系 260 は、光学的な高さ計測システムを使用している。ウェハ 300 表面に対して大きな角度（低入射角度）で光束を入射させ、ウェハ 300 からの反射光の像ズレを CCD カメラなどの位置検出素子で検出する方法をとっている。ウェハ 300 上の複数の計測すべき点に光束を入射させ、各々の光束を個別のセンサーに導き、異なる位置の高さ計測情報から露光すべき面のチルトを算出している。

【0049】

図 9 及び図 10 に示すように、露光領域（即ち、露光スリット位置）500 の前段及び後段の領域 510 及び 520 内には複数の計測点 K1 乃至 K5 が面形状をなすように配置されており、走査露光中の露光スリットが露光領域 500 に差し掛かる前にウェハ 300 のフォーカス及びチルト情報、特に、走査方向へのチルト情報の同時計測を可能としている。図 9 及び図 10 は、露光領域 500 に対する計測点 K1 乃至 K5 の配置を示す概略平面図であって、図 9 は、3 点の計測

点 K 1 乃至 K 3 を配置した場合、図 10 は、5 点の計測点 K 1 乃至 K 5 を配置した場合を示している。

【0050】

図 10 を参照するに、露光領域 500 に対して前段の領域 510 内に 5 点の計測点 K 1 乃至 K 5 を投影するように構成し、露光領域 500 に差し掛かる前に高精度に露光直前のフォーカス及びチルト情報を取得し、露光位置の補正駆動が可能ないようにしている。同様に逆方向の走査露光に対応するように、後段の領域 520 内にも同様に 5 点の計測点 K 1 乃至 K 5 が投影されるように構成されている。

【0051】

図 11 に、図 8 に示す露光装置 200 の検出系 260 がウェハ 300 を検出するために照明する光の形状の拡大図を示す。ここで、図 11 は、露光装置 200 におけるフォーカス及びチルトの計測システムを示す光学概略図である。但し、図 11 においては、便宜上、フォーカス及びチルトの測定領域（例えば、前段の領域 510）内に 5 点の計測点 K 1 乃至 K 5 を配置している様子のみを示す。特に、本実施形態では、計測点 K 2 及び K 4 の間隔と計測点 K 1、K 3 及び K 5 の間隔とが異なった配置となるように投影されるマーク M 1 乃至 M 5 の形状を示す。フォーカス及びチルトの計測用光軸は、走査方向とほぼ直交する方向から複数の光軸が入射されるように配置してあり、各計測点 K 1 乃至 K 5 に投影されるマーク M 1 乃至 M 5 は、それぞれフォーカス及びチルトの計測光学系の光軸断面内で所定量回転させて投影される。その結果、ウェハ 300 上では計測スリットの向きが斜めになるように、また、中心計測点に向かってスリットのピッチ方向が配列形成されるように配置されている。

【0052】

図 12 は、図 11 に示す計測点の配置を実現させるための計測光学系の概略配置図である。5 つの照明レンズ 216 は、図示しない光源から供給された光により、フォーカス及びチルト計測用投影パターンマスク 262 に形成されたフォーカス計測用スリット状マークを照明する。光源としては、ウェハ 300 上の感光性レジストを感光させない波長の光であることと、レジスト薄膜干渉の影響を受

けにくいように、ある程度波長幅の広いハロゲンランプやLEDなどが望ましい。マスク262には、A視図に示すように、複数の計測点分だけのスリット状マークが形成されている。複数の計測マークにそれぞれ照明されて形成された光束は光路合成プリズム263により光路合成され、フォーカスマーク投影光学系264によりウェハ300上に斜め投影される。

【0053】

ウェハ300表面にて反射された光束は、フォーカス受光光学系265により光路分割プリズム266内に中間結像点を形成する。光路分割プリズム266により計測点毎に光路分割された後には計測分解能を向上させるべく、計測点毎に配置された拡大検出光学系267により計測点毎の位置検出素子268へ導かれる。位置検出素子268は、本実施形態では、1次元CCDを使用しており、素子の並び方向が計測方向となる。B視図には、位置検出素子268から光軸方向を見た際の計測用マークと位置検出素子268と拡大検出光学系267の関係を示しており、各計測点の位置検出素子268は、スリット状マークと直交する方向に設定されている。

【0054】

位置検出素子268としては、1次元CCDを用いているが、2次元CCDを配置してもよい。あるいは、受光素子結像面に参照スリット板を形成し、参照スリット板の手前において光束を走査し、参照スリット板からの透過光量を検出するような構成でもかまわない。

【0055】

ここで走査露光時のフォーカス及びチルトの計測による面位置補正の概略について述べる。図13に示すように、走査方向SDに凹凸形状を有したウェハ300が露光位置EPに差し掛かる目に露光スリット前方に平面を形成するように複数点配置されたフォーカス及びチルトの計測位置FPでウェハ300の表面位置のフォーカス、露光スリット領域長手方向（走査方向SDに垂直な方向）のチルト（チルトXと呼ぶ）に加えて、露光スリット領域短手方向（走査方向SD）のチルト（チルトYと呼ぶ）計測を行う。そして、計測された平面情報及び上述の制御部270によって記憶部280にデータベース化されているウェハ300の

平面情報に基づいて、図 14 に示すように、ウェハステージを駆動させ露光位置 EP への補正駆動を行う。図 14 において、露光の前に計測された領域が露光スリットに差し掛かった際にはすでに補正が完了しており、露光スリットにて露光される。ここで、図 13 は、露光位置 EP とウェハ 300 上のフォーカス及びチルトの計測位置 FP を示す概略斜視図、図 14 は、計測された及び記憶部 280 に格納されたウェハ 300 の平面情報に基づいて露光位置 EP にウェハ 300 を駆動させた状態を示す概略斜視図である。

【0056】

ここまでの説明には、各面位置計測領域に計測点を 5 点配置した構成例で行ったが、各計測領域に計測点を 3 点配置した構成でもこれまでの説明と同様である。

【0057】

なお、半導体製造プロセスの最初の露光工程の露光後に平面性の悪いショットのみ詳細な平面情報を取得し、最初の露光工程以降の露光時におけるウェハのフォーカス及びチルトの駆動に使用するという本発明は、1 台の露光装置に限定するものではない。

【0058】

例えば、複数の露光装置 200 があり、各ウェハ 300 が限定された露光装置で露光されるという条件下であれば、各ウェハ 300 の平面情報は、複数の露光装置 200 の記憶部 280 に存在すればよいが、ある露光工程のウェハ 300 を露光する露光装置 200 を限定しない場合であっても本発明の効果は同様に発揮される。

【0059】

図 15 は、複数の露光装置 200 によってウェハ 300 a 乃至 300 c を露光する場合の例示的一態様を示す概略構成図である。複数の露光装置 200 は、それぞれを制御する主制御装置 700 に LAN 等でデータの通信が可能なネットワーク 710 として接続されている。また、各ウェハ 300 a 乃至 300 c の平面情報も、主制御装置 700 とデータの通信が可能な記憶装置 800 内にデータベースとして格納される。

【0060】

これにより、記憶装置 800 に格納された各ウェハ 300 a 乃至 300 c の平面情報は、主制御装置 700 からネットワーク 710 を介して、各ウェハ 300 a 乃至 300 c を露光する露光装置 200 の制御部 280 へ送信され、かかる平面情報に基づいて各ウェハ 300 a 乃至 300 c のフォーカス及びチルトを駆動することができる。

【0061】

各ウェハ 300 a 乃至 300 c の平面情報は、露光装置 200 のある工場内の主制御装置 700 の近傍にある記憶装置 800 に格納されることに限定する必要はなく、ある程度の距離が離れた場所にある場合でも、インターネット等で接続してデータのやり取りができるようにすることで本発明の効果を発揮することができる。

【0062】

次に、図 16 及び図 17 を参照して、上述の露光装置 200 を利用したデバイス製造方法の実施例を説明する。図 16 は、デバイス（IC や LSI などの半導体チップ、LCD、CCD 等）の製造を説明するためのフローチャートである。ここでは、半導体チップの製造を例に説明する。ステップ 1（回路設計）では、デバイスの設計を行う。ステップ 2（マスク製作）では、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。ステップ 3（ウェハ製造）では、シリコンなどの材料を用いてウェハを製造する。ステップ 4（ウェハプロセス）は、前工程と呼ばれ、マスクとウェハを用いて本発明のリソグラフィー技術によってウェハ上に実際の回路を形成する。ステップ 5（組み立て）は、後工程と呼ばれ、ステップ 4 によって作成されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ 6（検査）では、ステップ 5 で作成された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テストなどの検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ 7）される。

【0063】

図 17 は、ステップ 4 のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。ステ

ップ11（酸化）では、ウェハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）では、ウェハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）では、ウェハ上に電極を蒸着などによって形成する。ステップ14（イオン打ち込み）では、ウェハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）では、ウェハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では、露光装置200によってマスクの回路パターンをウェハに露光する。ステップ17（現像）では、露光したウェハを現像する。ステップ18（エッチング）では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）では、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによってウェハ上に多重に回路パターンが形成される。本実施形態のデバイス製造方法によれば、従来よりも高品位のデバイスを製造することができる。このように、露光装置200を使用するデバイス製造方法、並びに結果物としてのデバイスも本発明の一側面として機能するものである。

【0064】

以上、本発明の好ましい実施例を説明したが、本発明はこれらに限定されずその要旨の範囲内で様々な変形や変更が可能である。

【0065】

本出願は、更に以下の事項を開示する。

【0066】

〔実施態様1〕 所望のパターンを被処理体の複数の部分（ショット）に露光する露光方法において、

前記複数の部分（ショット）に関する第1の平面情報を夫々取得するステップと、

前記第1の平面情報のうちで所定の条件を満足する平面情報を有する部分を前記複数の部分（ショット）の中で特定するステップと、

前記特定ステップで特定された前記部分（ショット）に関する、前記第1の平面情報よりも詳細な第2の平面情報を取得するステップと、

前記第2の平面情報に基づいて、特定された前記部分（ショット）を露光するステップとを有することを特徴とする露光方法。

【0 0 6 7】

〔実施態様 2〕 前記第 1 の平面情報は、第 1 の数の計測点の計測値に基づいて取得され、

前記第 2 の平面情報は、前記第 1 の数よりも多い第 2 の数の計測点の計測値に基づいて取得されることを特徴とする実施態様 1 記載の露光方法。

【0 0 6 8】

〔実施態様 3〕 前記第 2 の平面情報を取得するステップは、前記複数の部分を露光した後に行うことを特徴とする実施態様 1 記載の露光方法。

【0 0 6 9】

〔実施態様 4〕 前記露光方法は、各部分に複数回の露光を行い、
前記第 1 の平面情報を取得するステップは、前記部分に対する最初の露光時に行うことを特徴とする実施態様 1 記載の露光方法。

【0 0 7 0】

〔実施態様 5〕 所望のパターンを被処理体の複数の部分に露光する露光装置であって、

前記複数の部分のうちで第 1 の部分における第 1 の平面情報と、前記第 1 の部分とは異なる第 2 の部分における第 1 の平面情報よりも詳細な第 2 の平面情報とをデータベースとして格納する記憶部と、

前記記憶部が格納する前記データベースに基づいて、前記露光を制御する制御部とを有することを特徴とする露光装置。

【0 0 7 1】

〔実施態様 6〕 前記被処理体の姿勢を駆動する駆動手段を更に有し、
前記制御部は、前記データベースに基づいて前記駆動手段を制御することを特徴とする実施態様 5 記載の露光装置。

【0 0 7 2】

〔実施態様 7〕 実施態様 5 又は 6 記載の露光装置を用いて被処理体を露光するステップと、

露光された前記被処理体に所定のプロセスを行うステップとを有することを特徴とするデバイス製造方法。

【 0 0 7 3 】

〔実施態様 8〕 被処理体の複数の部分の平面情報を表すデータベースであって、

前記複数の部分のうちで第 1 の部分における第 1 の平面情報と、前記第 1 の部分とは異なる第 2 の部分における第 1 の平面情報よりも詳細な第 2 の平面情報を含むデータベース。

【 0 0 7 4 】**【発明の効果】**

本発明によれば、スループットの低下を招くことなく、ウェハ表面に対して優れたフォーカス補正を行うことができる露光方法及び装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一側面としての露光方法を説明するためのフローチャートである。

【図 2】 特定ショットの走査方向における詳細な平面情報を取得するための計測の一例を示すウェハの概略断面図である。

【図 3】 特定ショットの走査方向における詳細な平面情報を取得するための計測の一例を示すウェハの概略断面図である。

【図 4】 特定ショットの走査方向における詳細な平面情報を取得するための計測の一例を示すウェハの概略断面図である。

【図 5】 特定ショットの走査方向に直交する方向における詳細な平面情報を取得するための計測の一例を示すウェハの概略平面図である。

【図 6】 特定ショットの走査方向に直交する方向における詳細な平面情報を取得するための計測の一例を示すウェハの概略平面図である。

【図 7】 特定ショットの走査方向に直交する方向における詳細な平面情報を取得するための計測の一例を示すウェハの概略平面図である。

【図 8】 本発明の一側面である露光装置の例示的一形態を示す概略構成図である。

【図 9】 露光領域に対して 3 つの計測点を配置した場合を示す概略平面図

である。

【図 10】 露光領域に対して 5 つの計測点を配置した場合を示す概略平面図である。

【図 11】 図 8 に示す露光装置におけるフォーカス及びチルトの計測システムを示す光学概略図である。

【図 12】 図 11 に示す計測点の配置を実現させるための計測光学系の概略配置図である。

【図 13】 露光位置とウェハ上のフォーカス及びチルトの計測位置を示す概略斜視図である。

【図 14】 計測された及び記憶部に格納されたウェハの平面情報に基づいて露光位置にウェハを駆動させた状態を示す概略斜視図である。

【図 15】 複数の露光装置によってウェハを露光する場合の例示的一形態を示す概略構成図である。

【図 16】 デバイス（IC や LSI などの半導体チップ、LCD、CCD 等）の製造を説明するためのフローチャートである。

【図 17】 図 16 に示すステップ 4 のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。

【図 18】 ウェハ上のフォーカス及びチルトの計測位置を示す概略断面図である。

【図 19】 計測結果により最適な露光像面位置にウェハを駆動させた状態を示す概略断面図である。

【図 20】 先読み平面とウェハの平面とのずれを示す概略断面図である。

【符号の説明】

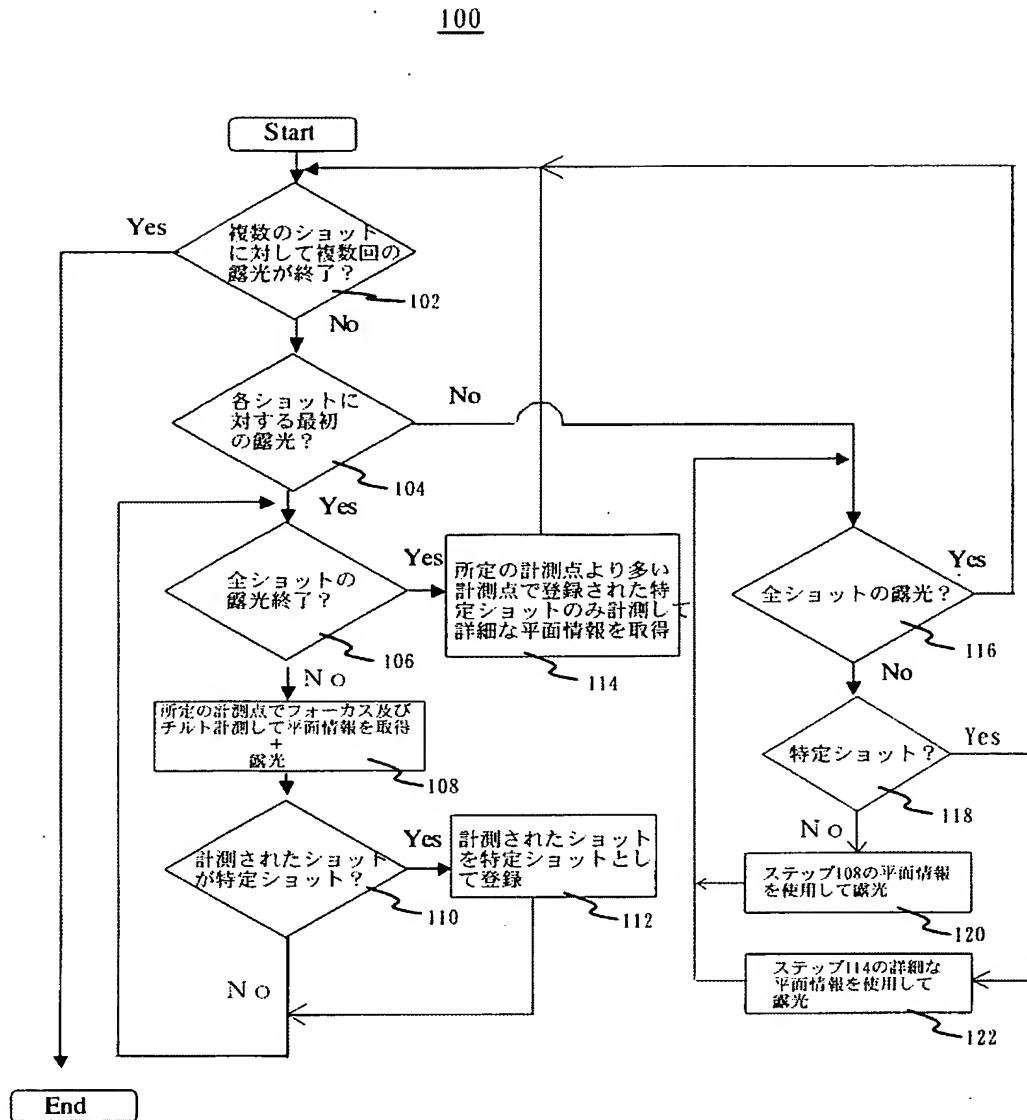
200	露光装置
260	検出系
261	照明レンズ
262	マスク
263	光路合成プリズム
264	フォーカスマーク投影光学系

2 6 5	フォーカス受光光学系
2 6 6	光路分割プリズム
2 6 7	拡大検出光学系
2 6 8	位置検出素子
2 7 0	制御部
2 8 0	記憶部
7 0 0	主制御装置
8 0 0	主記憶装置

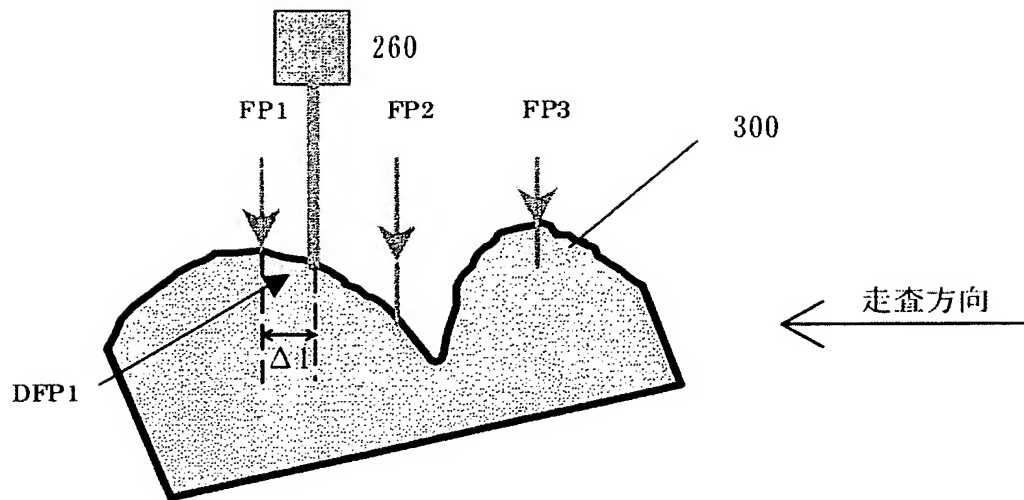
【書類名】

図面

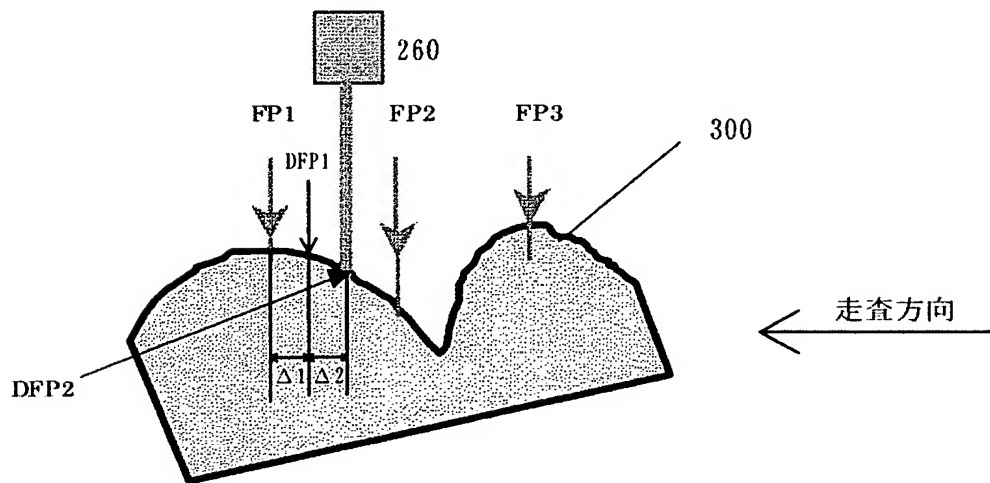
【図 1】



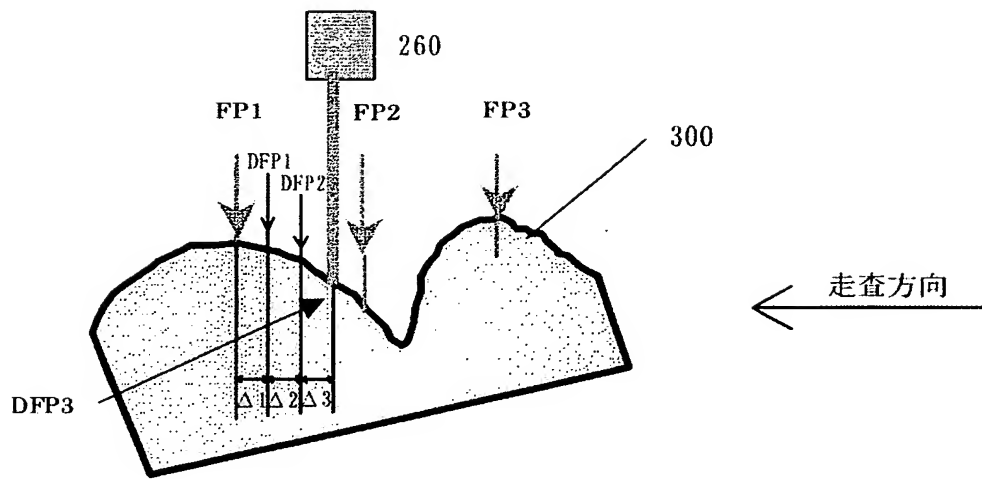
【図 2】



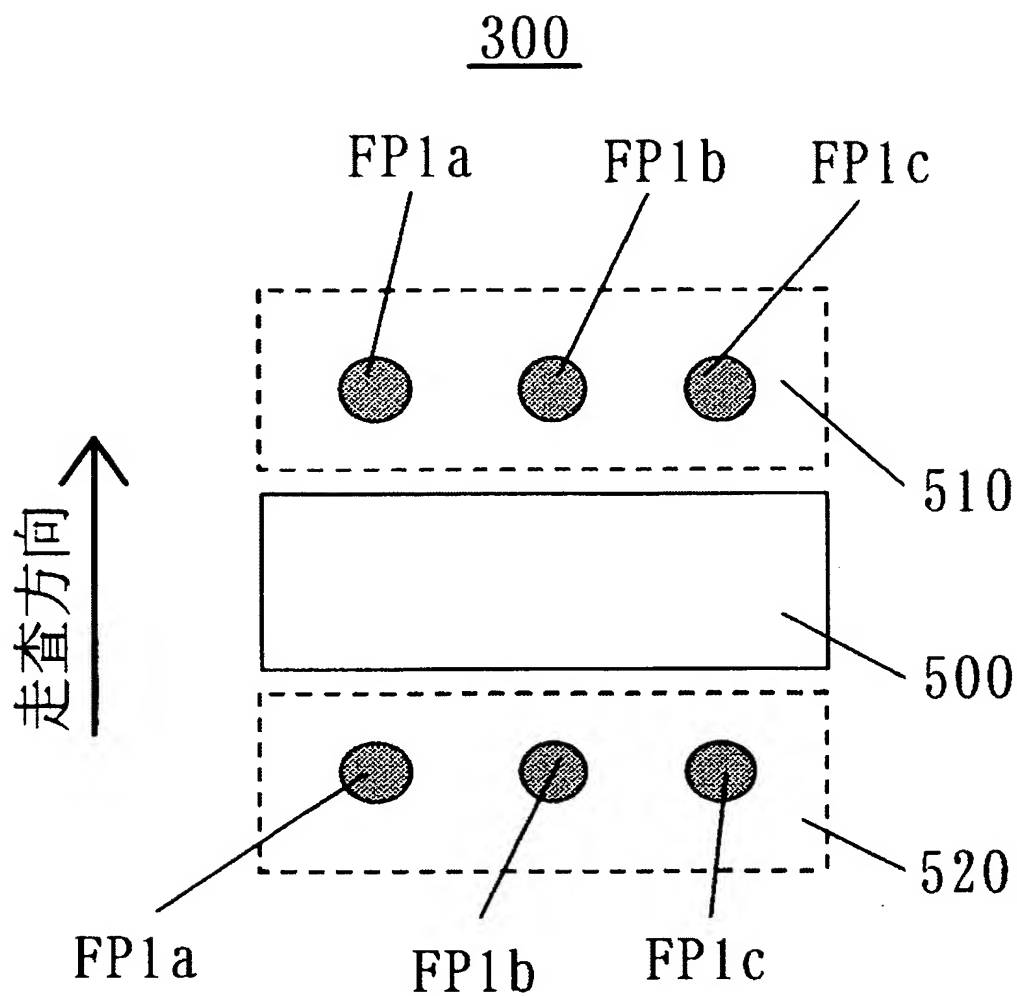
【図 3】



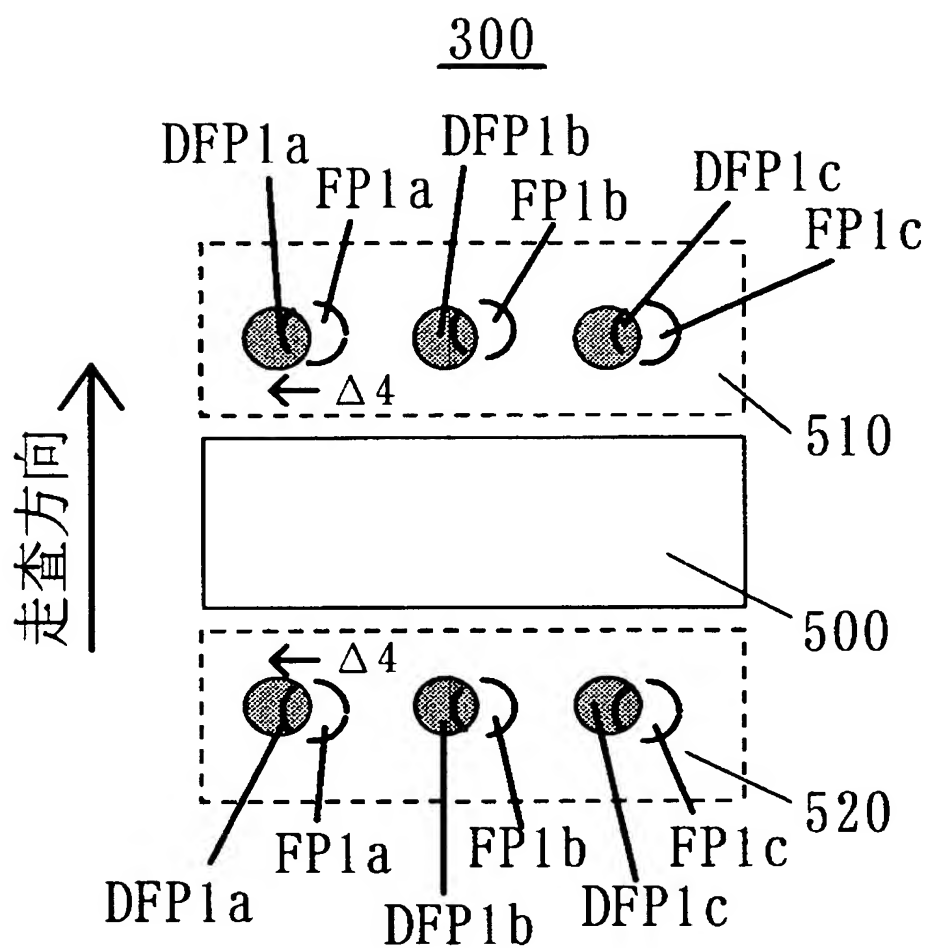
【図 4】



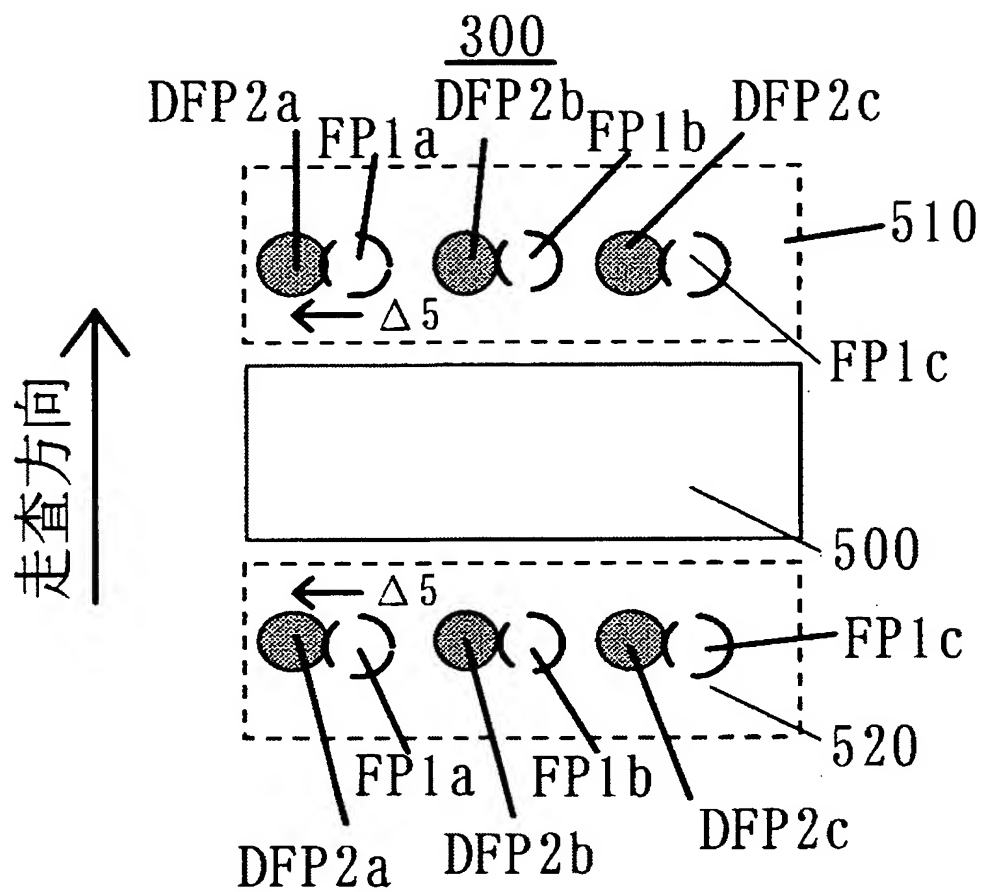
【図 5】



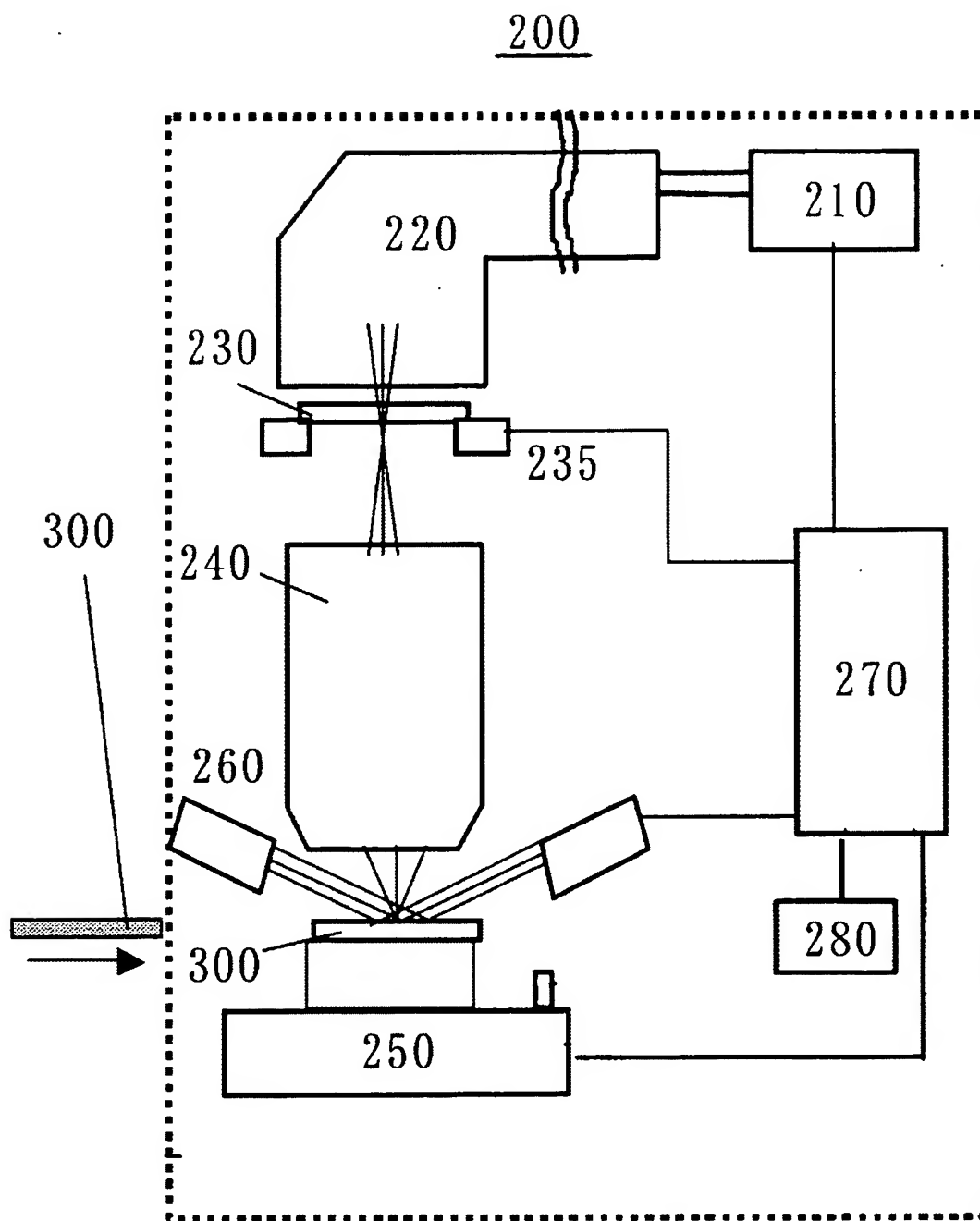
【図 6】



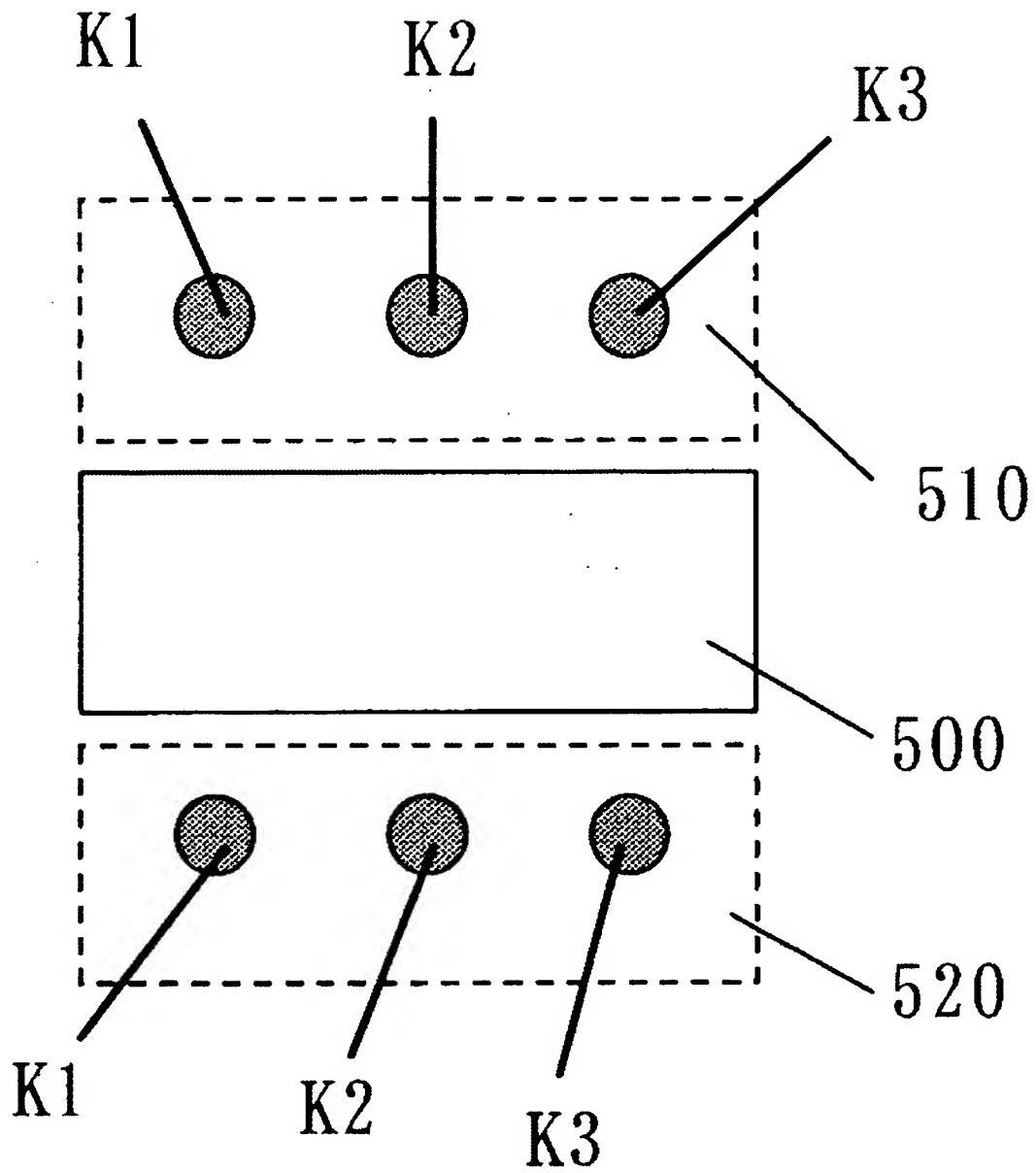
【図 7】



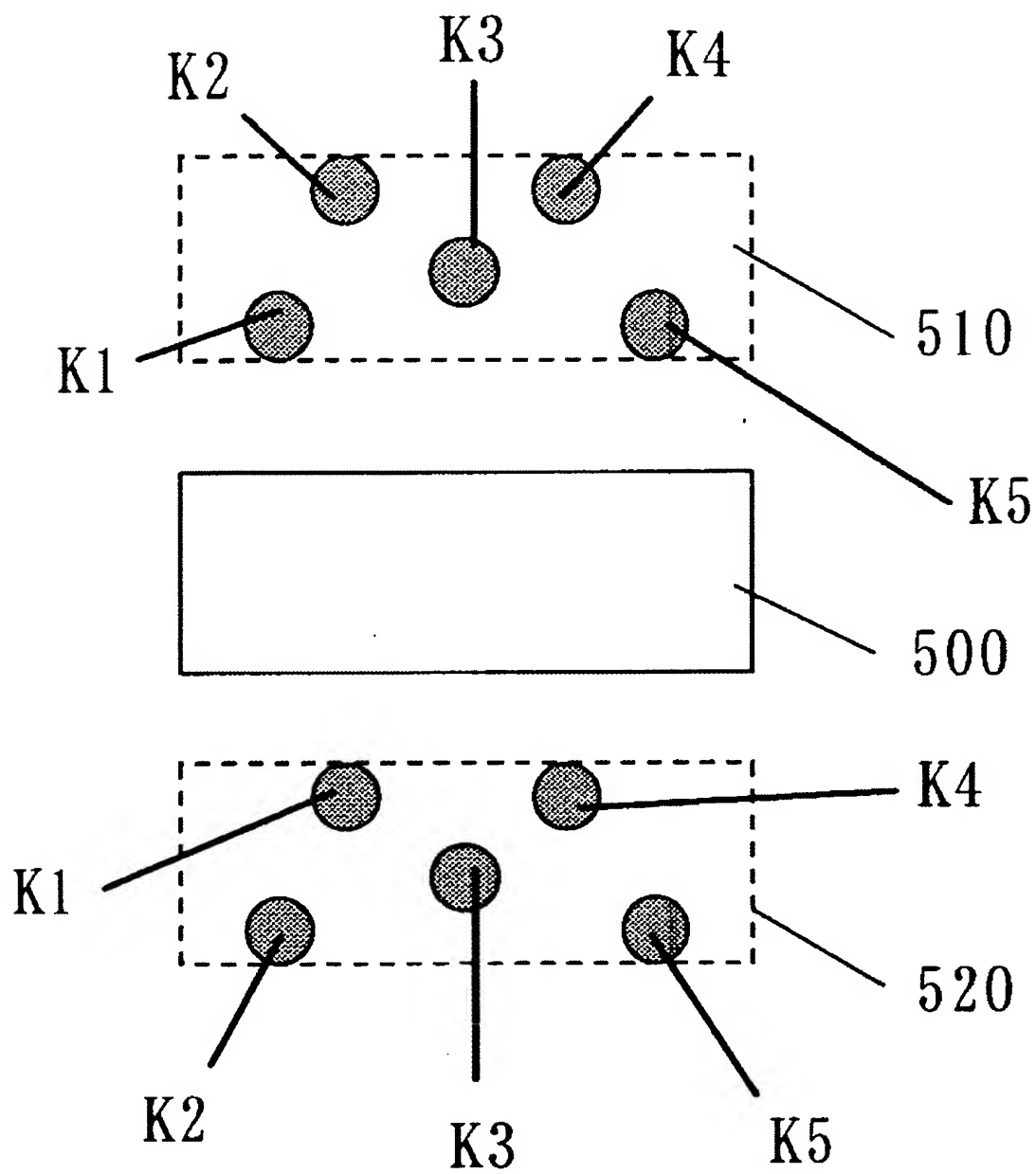
【図 8】



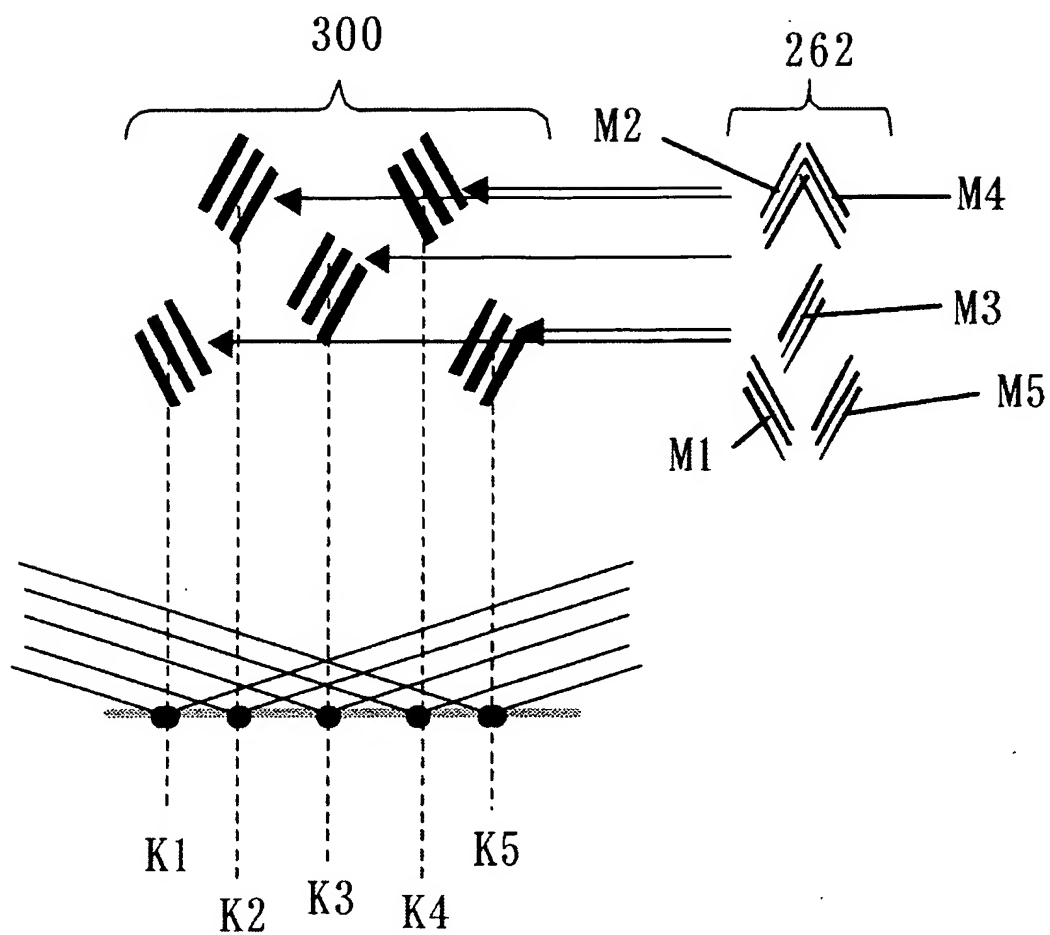
【図 9】



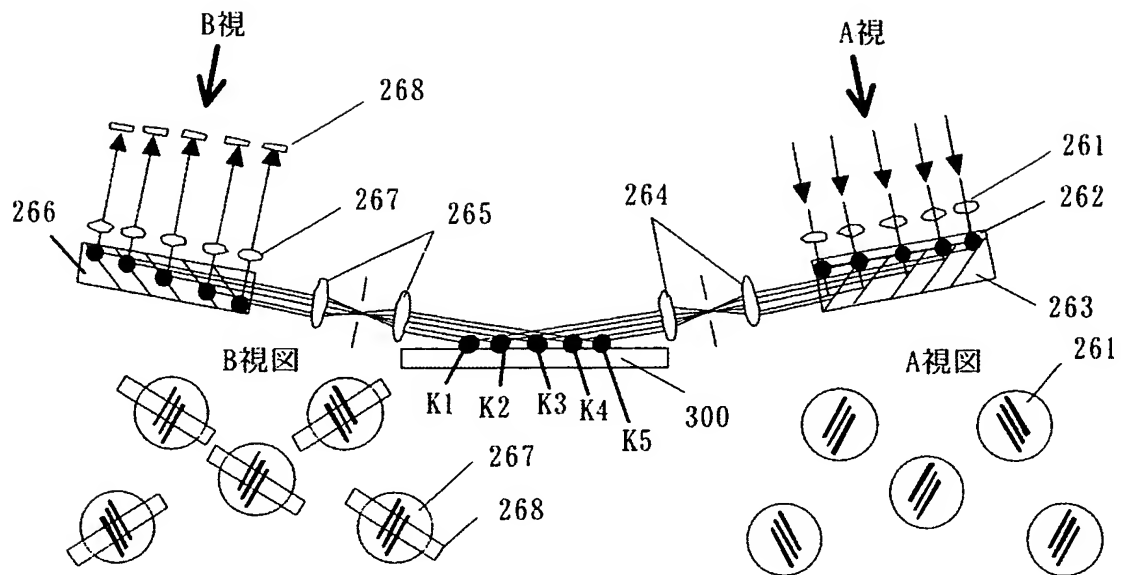
【図 10】



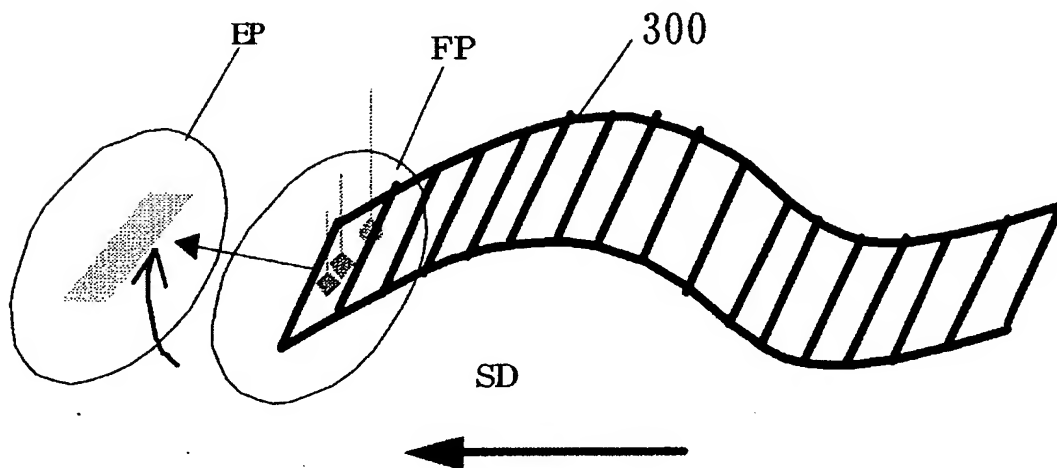
【図 11】



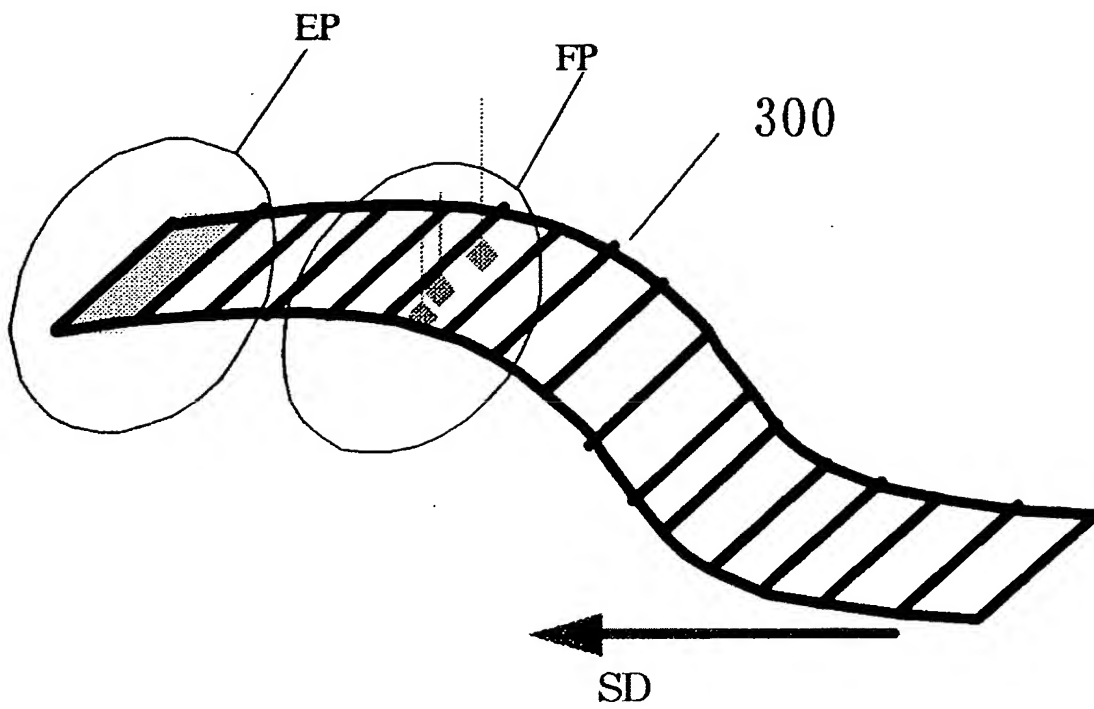
【図 1 2】



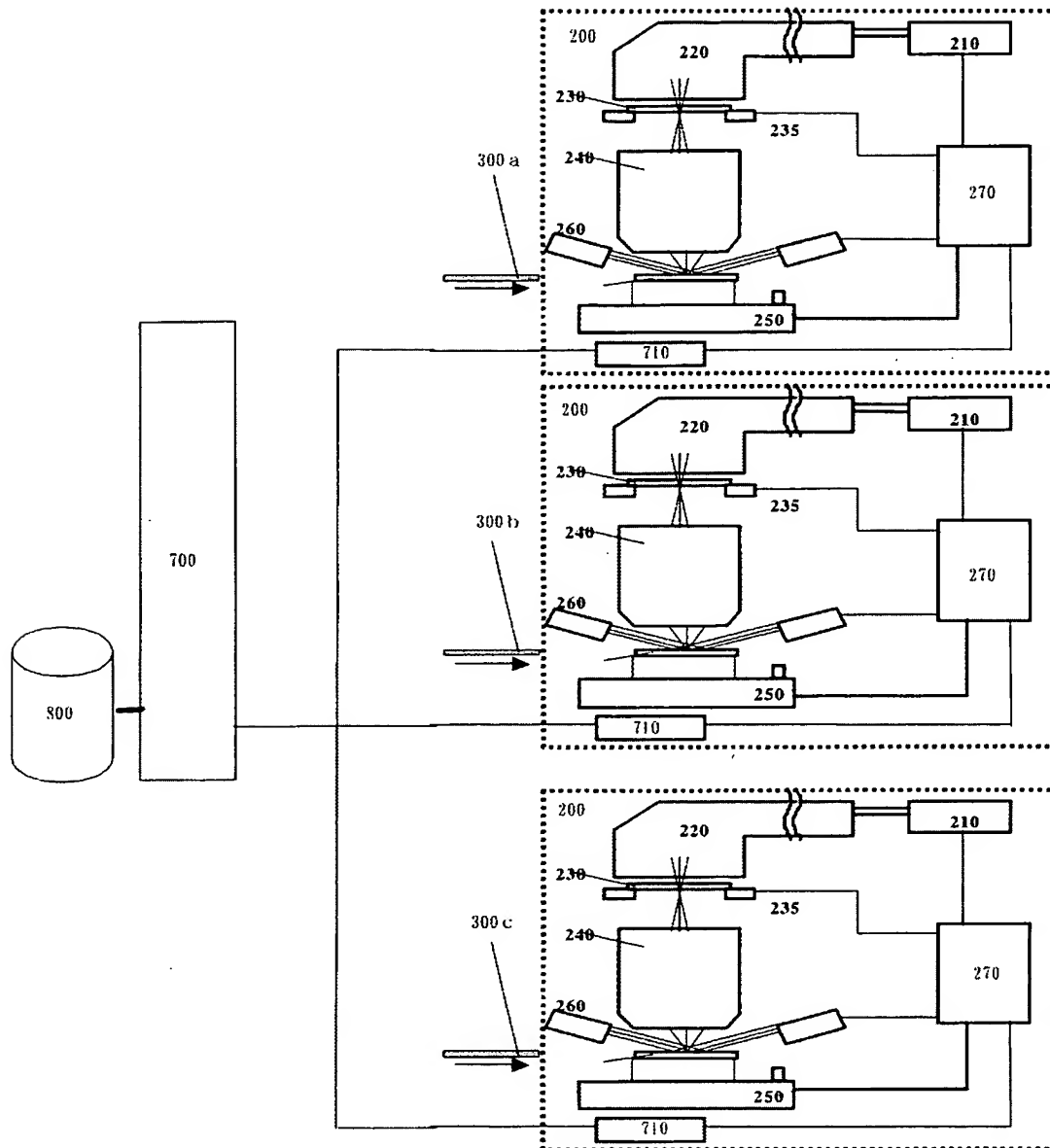
【図 1 3】



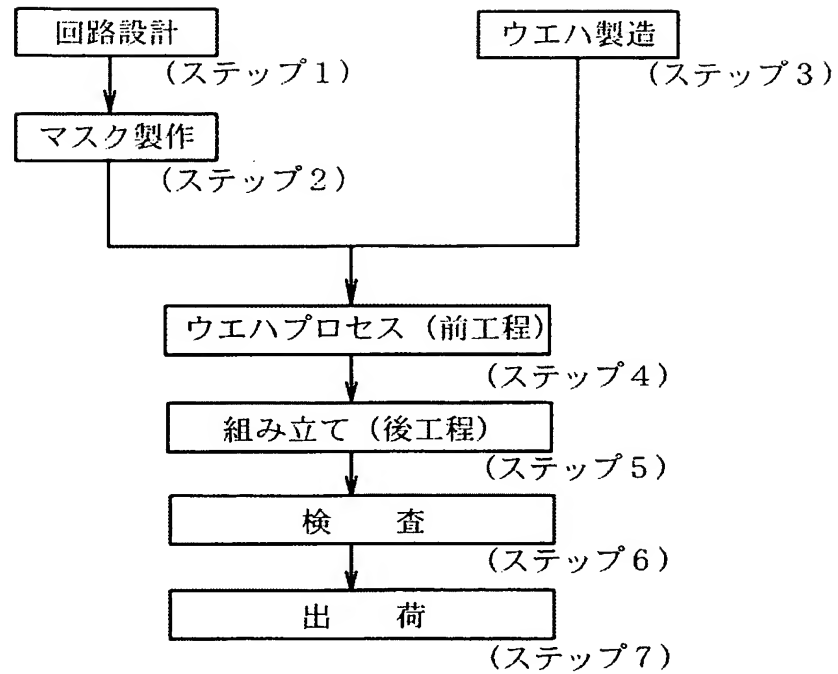
【図 14】



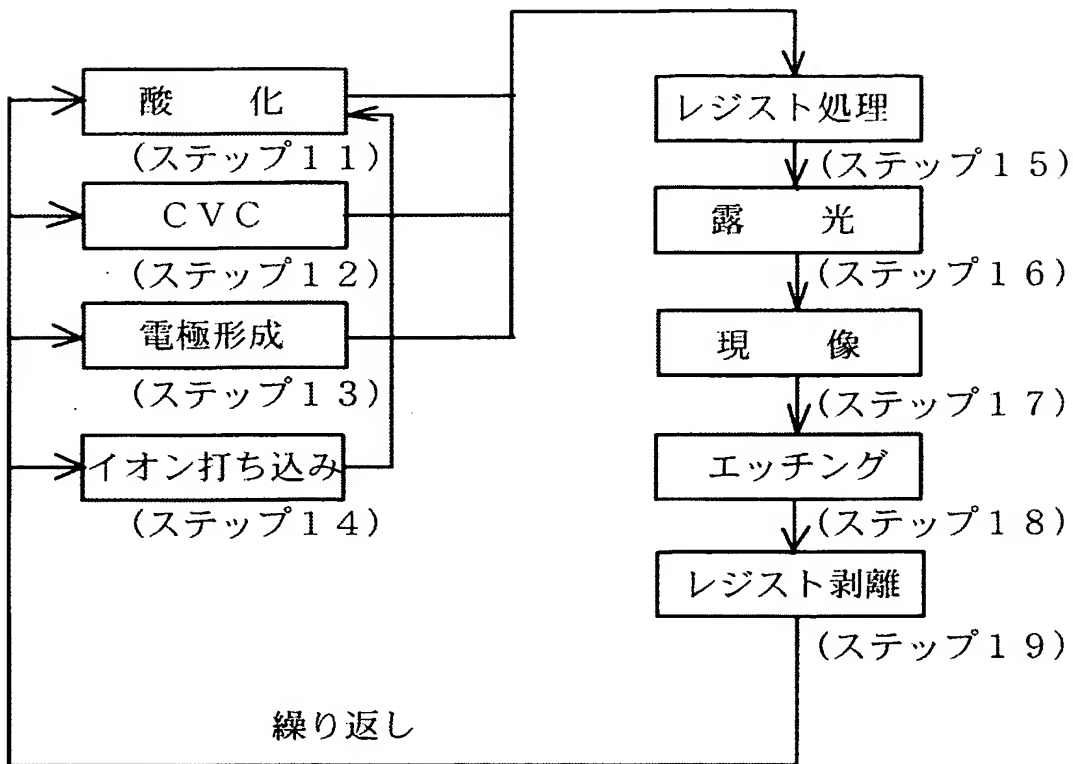
【図 15】



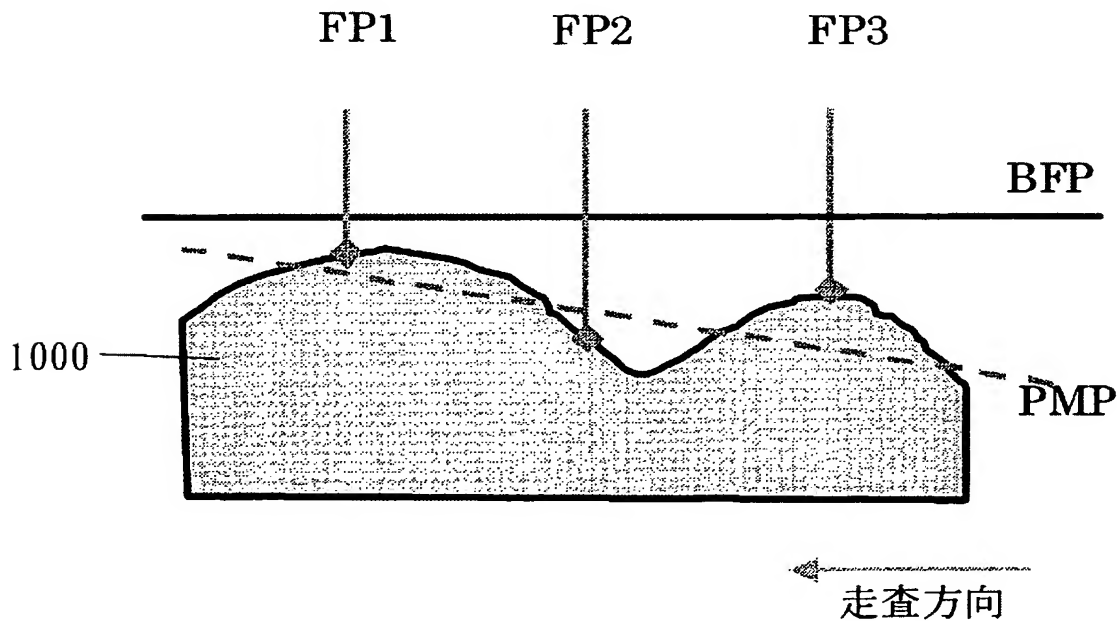
【図 16】



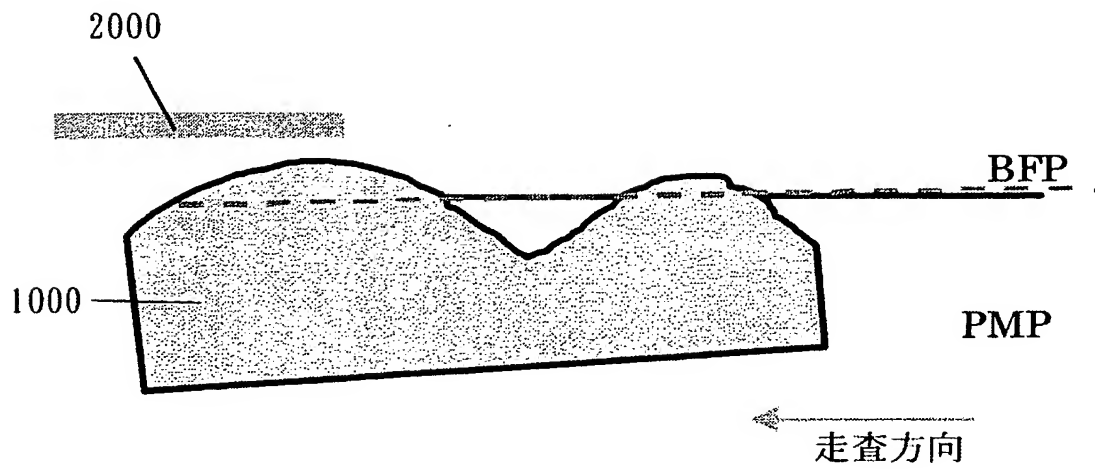
【図 17】



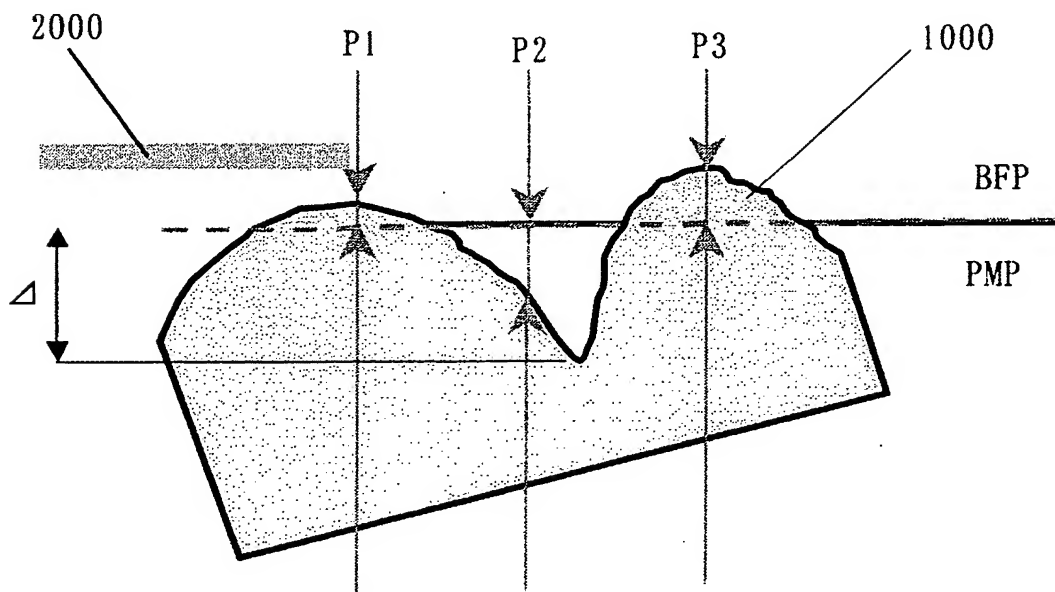
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スループットの低下を招くことなく、ウェハ表面に対して優れたフォーカス補正を行うことができる露光方法及び装置を提供する。

【解決手段】 所望のパターンを被処理体の複数の部分に露光する方法において、前記複数の部分に関する第1の平面情報を夫々取得するステップと、前記第1の平面情報のうちで所定の条件を満足する平面情報を有する部分を前記複数の部分の中で特定するステップと、前記特定ステップで特定された前記部分に関する、前記第1の平面情報よりも詳細な第2の平面情報を取得するステップと、前記第2の平面情報に基づいて、特定された前記部分を露光するステップとを有することを特徴とする露光方法を提供する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 0 0 1 1 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
氏 名	キャノン株式会社